

影响跳汰过程主要因素的研究

李梦婷, 张 民, 段春辉

(青岛理工大学 自动化工程学院, 山东 青岛 266033)

摘 要: 结合兖州煤矿应用实践, 分析了跳汰机分选效果的影响因素, 为操作和技改提供了依据。实现跳汰风阀参数的闭环控制, 提高了原煤的分选质量。

关键词: 跳汰机; 床层; 松散度; 数控风阀; 传感器

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)07-0082-02

Research of the main factor affecting jigging process

Li Mengting, Zhang Min, Duan Chunhui

(School of Automation Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

Abstract: By combining practical application of Yanzhou coal mine, analysis of jig discussed the factors affecting separation and provided the basis for operational and technical reforms. Jigging parameters to achieve closed-loop control valve and improves the quality of raw coal separation.

Key words: jig; bed; loose; NC valve; sensors

目前大多洗煤厂采用的主洗设备是跳汰机, 其最核心的部分是自动排料系统和风阀控制系统。跳汰洗煤是指物料在垂直升降的变速水流中, 按密度分选的过程。跳汰选煤过程复杂, 其分选效果依据与跳汰机相配套的系统, 其中主要是排料系统和风阀系统。排料系统的准确性影响着跳汰选煤的回收率, 及时性制约着跳汰机的处理量; 自动化程度的高低影响其工艺指标。风阀控制系统的结构和工作周期对水流的脉动特性有很大影响, 直接影响到跳汰机的分选效果及生产能力。而跳汰过程中的主要影响因素为: 按密度分层与松散度; 松散形式与数控风阀; 宽级别或不分级入选。

1 物料粒度和跳汰分层的关系

跳汰分选是通过不同密度的物料颗粒在上下脉动的水流中, 产生不同的速度进行换位分层。颗粒分层主要发生在上升期, 上升初期物料颗粒所受合力的大小与颗粒本身所处的位置有关, 决定了颗粒在该周期能否分层。在上升期, 水为颗粒提供了主要动力, 颗粒小的物料速度快, 颗粒大的物料速度慢。而下降期重力是主要的影响因素, 颗粒大的物料速度快, 颗粒小的物料速度慢。分层之后相同粒度下, 密度大的物料分布相对靠下; 相同密度下粒度大的物料分布也相对靠下。形成了密度相

同的物料在脉动后处于不同层次, 而密度不同的物料又会处于同一层。

实验发现煤粒分层情况服从统计规律, 因此可以建立数学模型, 用统计的方法得到不同煤层的归层能力及归层系数, 进而得到每次跳汰后煤粒的分层清晰度。通过研究跳汰次数和清晰度的关系, 得到最佳跳汰次数^[1]。

定义:

归层: 煤粒进入其最终层为归层。

归层系数: 表示煤粒归层的能力。其物理意义是指在水中均匀混合的煤粒总体积为 V , 在一次跳汰中可以使其中 Δv 体积的煤粒归层, 则归层系数可以表示为 $\alpha = \frac{\Delta v}{V}$ 。

分层清晰度 K_i : 第 i 次跳汰后归层煤炭占备选煤炭的体积分数, 在 $0 \sim 1$ 之间取值, 值越大, 分层效果越好。

由于在跳汰初期粒度呈均匀分布, 则在粒度与密度混合均匀的煤粒中有 $\frac{1}{K}$ 的煤已经归层, 跳汰就是将剩

余 $\frac{K-1}{K}$ 的煤粒归层。假使已经得到了各层的归层系数, 分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \alpha_k$ 。由于下层的颗粒压强强度很大, 受到干扰因素很少, 所以可以认为下层的煤粒的归层系数比较大, 因此 $\alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_i > \dots > \alpha_k$ 。

技术与方法 Technique and Method

用 r_{ij} 表示处于第 i 层在第 j 次跳汰后, 未归层的煤粒占有所有未归层的煤粒的体积分数, 有 $\sum_{i=1}^n r_{ij}=1$, 则证明:

计第 i 层煤第 j 次跳汰前所有未归层的煤粒总体积为 V_j , 则第 i 层煤粒未归层的总量为 $V_j r_{ij}$; 在第 j 次跳汰之后第 i 层煤炭未归层的总量为 $V_j r_{ij}(1-\alpha_i)$, 所有物质未归层的总量为 $V_{j+1}=V_j - \sum_{i=1}^n V_j r_{ij} \alpha_i$ 。则第 j 次跳汰后第 i 种物质的体积分数为:

$$r_{i(j+1)} = \frac{V_j r_{ij}(1-\alpha_i)}{V_j - \sum_{i=1}^n V_j r_{ij} \alpha_i} = \frac{r_{ij}(1-\alpha_i)}{1 - \sum_{i=1}^n r_{ij} \alpha_i}$$

对于跳汰机内的备选煤炭, 在第一次跳汰后煤粒的分层清晰度为:

$$K_1 = \frac{1}{n} + \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i r_{i1} \right) \times \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

同理, 在第 j 次跳汰过程后煤粒分层清晰度为:

$$K_j = K_{j-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{ij} (1 - K_{j-1})$$

煤粒的体积分数表示为:

$$r_{ij} = \frac{(1-\alpha_i) \times r_{i(j-1)}}{1 - \sum_{i=1}^n r_{i(j-1)} \alpha_i}$$

根据以上数学模型知, 分层清晰度可以判断跳汰时煤炭的分层情况随跳汰次数的变化情况^[1]。

2 传感器与床层检测的关系

跳汰过程离不开床层, 床层是物料按密度分层的介质, 而床层密度检测方法很多, 装置基本上是浮标和传感器。传感器的作用反映了床层总厚度中轻重产物分界处的准确位置, 等效于具有一定体积及密度的煤块在床层中实际的运动状况。它具有重要的意义, 直接决定了信号检测的准确与否。为了改善测量精度提出用 γ 射线辐射探测器检测床层物料密度。

对单能窄束 γ 射线, 与物质作用后其强度按指数规律衰减:

$$I = I_0 \exp(-\mu \rho d) \quad (1)$$

其中, I_0 为射线透射物质前的入射强度; I 为射线透射物质后的出射强度; μ 为物质的质量吸收系数; ρ 为物质的散密度; d 为射线穿透物质的厚度。由式(1)得到:

$$\rho = \frac{\ln I_0 - \ln I}{\mu d} \quad (2)$$

据式(2)可利用 γ 射线透射煤层的厚度, 密度值可通过测量透射煤层后的射线强度间接获得。多测点布置可获得跳汰机分选过程中床层的分层信息^[2]。

3 松散度与按密度分层的关系

跳汰过程是周期性脉动过程, 以保证一定的松散度范围, 松散度上限过大、过小对矿物按密度分层都不利。

床层松散度一般定义为动筛跳汰机床层中空隙体积占床层总体积的百分数。

床层中煤粒的松散和分层属于矽石沉降过程。但沿床层高度的各个层面矿浆的密度和粒度组成不同, 在相对上升水流的作用下, 其扩展的高度也不同。当两种物料密度存在差别, 分层过程便能自动进行。两种物料密度差值越大, 越易实现密度分层, 密度大的颗粒为了降低位能总是相对于密度小的颗粒向下运动。如果轻重物料的体积各占 50% 时, 分层效果应该是最理想的, 但是实际上一般给料中重物料体积大多远低于 50%, 这说明含重物料多的给料比含轻物料多的给料好选。在跳汰过程床层的出料端, 床层的厚度会明显增加且最上层的低密度级和最下层的高密度级已充分集中, 达到分选的目的。因此只有保证物料在床层上的充分松散才能达到最佳分选效果。

4 松散形式与数控风阀的关系

风阀控制系统即控制跳汰机的跳汰制度, 包括风水制度、跳汰周期、跳汰频率及跳汰的进气期、膨胀期、排料期、休止期。其功能使得空气室与风包、风机和大气周期性的相连或隔绝, 从而在跳汰室形成脉动水流使物料在床层上分层, 最终达到分选的目的^[3]。

物料在跳汰过程中能让分层得以实现的客观条件是垂直升降的交变水流, 每一个跳汰周期空气室水位的波动状态将随着风阀参数的变化而变化, 不合理的风阀参数将会导致形成不良的床层。采用 γ 射线辐射探测器检测床层物料密度, 根据密度值修改风阀参数。因此测出床层不同层次的密度就相当于找到了风阀参数和松散度之间的关系。即适当降低跳汰频率, 床层的松散度相应增大; 随着进气期长度的增加, 床层的松散度也相应增加, 进气期长度减少, 松散度值也降低; 排气期与进气期的比值须在一个合适的范围内, 比值太大会降低进气时间, 对松散不利; 而比值太小会发生偏振^[4]。

5 系统改进实现

将排料系统和风阀控制系统结合起来形成跳汰机设备配套的电气自动控制系统, 实现对风阀参数的闭环控制实现自动排料, 并实现在触摸屏上设置给定值。通过 γ 射线辐射探测器检测床层厚度输入 PLC 经过智能化系统计算, 由 RS-485 通信控制输出变频器频率信号, 调节排料电机的转速, 以达到稳定床层及时而连续均匀地排出重产物, 保持稳定而合适的床层厚度^[5]。

通过水流特性对床层松散度与分层的作用及空气室内水位的变化与风阀参数的对应关系, 床层密度与风阀参数之间内在联系的讨论, 提出了对选煤厂跳汰机分选效果的影响因素及解决办法, 为技改找准了位置, 有利于改善跳汰机分选效果。更新改造后的控制系统满足跳汰机的控制要求^[6], 控制方式先进可靠, 使得控制系

统简单,经济适用,扩展维护方便,可靠性高。

参考文献

[1] 杨威,韩清.跳汰分层的数学模型[J].科技咨询导报,2007(2):27-29.
[2] 李建民,安新.跳汰床层松散度的测量方法[J].华北工学院学报,2004,25(4):303-305.
[3] 吴开兴,曹占杰.跳汰机自动控制装置的设计[J].选煤技术,2004(3):37-39.
[4] 于春风,张天开.跳汰床层松散度模糊控制[J].选煤技

术,2008(3):53-56.

[5] 刘建,卢爱华.探索选煤厂原煤质量检验与控制[J].选煤技术,2001(04):24-25.
[6] 刘学东.跳汰机自动控制系统的设计与实践[J].河北工业科技,2004(5):28-30.

(收稿日期:2010-10-14)

作者简介:

李梦婷,女,1986年生,在读研究生,主要研究方向:控制理论与控制工程。

